

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Seiji MIZUNO
Serial No. : Unassigned
Filed : Herewith
For : SEPARATOR PASSAGE STRUCTURE OF FUEL CELL
Group Art Unit : To Be Assigned
Examiner : To Be Assigned

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Convention Priority from Japanese Patent Application No. 2003-032619 filed on February 10, 2003, is claimed in the above-referenced application. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: 02-09-04



Laleh Jalali
Registration No. 40,031

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W. - Suite 700
Washington, DC 20005
Telephone: (202) 220-4200
Facsimile: (202) 220-4201

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 2月10日

出願番号

Application Number:

特願2003-032619

[ST.10/C]:

[JP2003-032619]

出願人

Applicant(s):

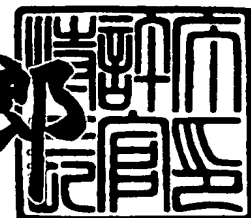
トヨタ自動車株式会社

TSN03-262
TSN02-6004
E/32

2003年 6月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051058

【書類名】 特許願

【整理番号】 PT03-018-T

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 水野 誠司

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

 【代表者】 齋藤 明彦

【代理人】

 【識別番号】 100083091

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田渕 経雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009472

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池のセパレータ流路構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 M E A と、M E A の一側に配置した、第 1 のガス流路となる凹溝と背面が第 1 の冷媒流路となる凸リブを有する第 1 のセパレータと、M E A の他側に配置した、第 2 のガス流路となる凹溝と背面が第 2 の冷媒流路となる凸リブを有する第 2 のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第 1 のセパレータの第 1 の冷媒流路と隣りのセルの第 2 のセパレータの第 2 の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池のセパレータ流路構造であって、第 1 のセパレータの凸リブに第 1 のガスクロス溝が形成されており、第 2 のセパレータの凸リブに第 2 のガスクロス溝が形成されており、前記一体冷媒流路が該一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても前記第 1 の冷媒流路の流路断面積および前記第 2 の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有している燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 2】 M E A と、M E A の一側に配置した、第 1 のガス流路となる凹溝と背面が第 1 の冷媒流路となる凸リブを有する第 1 のセパレータと、M E A の他側に配置した、第 2 のガス流路となる凹溝と背面が第 2 の冷媒流路となる凸リブを有する第 2 のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第 1 のセパレータの第 1 の冷媒流路と隣りのセルの第 2 のセパレータの第 2 の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池のセパレータ流路構造であって、第 1 のセパレータの凸リブに第 1 のガスクロス溝が形成されており、第 2 のセパレータの凸リブに第 2 のガスクロス溝が形成されており、第 1 のセパレータの第 1 のガスクロス溝と第 2 のセパレータの第 2 のガスクロス溝とは前記一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれている燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 3】 第 1 のセパレータの第 1 のガスクロス溝と第 2 のセパレータの第 2 のガスクロス溝とは、前記一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第 1 のガスクロス溝と第 2 のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池の

セパレータ流路構造。

【請求項4】 第1のセパレータと第2のセパレータはメタルセパレータであり、第1のセパレータと第2のセパレータに形成される凹溝、凸リブ、クロス溝は何れもプレス成形により形成されている請求項1または請求項2記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項5】 ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されている請求項1または請求項2記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項6】 凸リブのMEAと接する面積率が20～40%であり、凸リブ幅が0.5～1.5mmであり、ガスクロス溝ピッチが2～50mmであり、ガスクロス溝の凸リブ伸長方向長さが0.5～3mmであり、ガス凹溝幅が0.5～3mmであり、凸リブ高さが0.3～0.6mmである請求項1または請求項2記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池の、とくに固体高分子電解質型燃料電池の、セパレータ流路構造に関する。

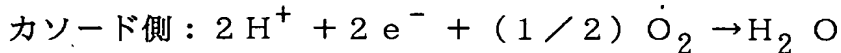
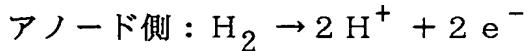
【0002】

【従来の技術】

固体高分子電解質型燃料電池の単セルは、膜－電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）とセパレータの積層体から構成される。MEAは、イオン交換膜からなる電解質膜と、この電解質膜の一面に配置された触媒層からなる電極（アノード、燃料極）および電解質膜の他面に配置された触媒層からなる電極（カソード、空気極）とからなる。MEAとセパレータ間には、拡散層が設けられる。セパレータには、アノード、カソードに燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための流体通路、または冷媒（通常は冷却水）を流すための流路が形成される。少なくとも1つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層したセル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを設置し、セル積層体の外側でセル積層方向

に延びる締結部材（たとえば、テンションプレート）にて締め付け、固定したもののから燃料電池スタックを構成する。

固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子（隣りのMEAのアノードで生成した電子がセパレータを通してくる）から水を生成する反応が行われる。



セパレータには凹溝、凸リブが形成され、セパレータのMEA対向面の凹溝は燃料ガスまたは酸化ガスが流れるガス流路となり、凸リブは拡散層に接触され導電通路となる。セパレータが金属製のメタルセパレータでは、通常、凹溝、凸リブはプレス成形により形成され、凸リブの背面（MEA対向面と反対側の面）は冷媒流路となる。

特開2001-196079号公報は、メタルセパレータ面方向に多数の凸部が互いに隔離されて規則正しく配置され、凸部間にガスが流れる、分割凸部構造の燃料電池のセパレータ流路構造を開示している。

【0003】

【特許文献1】

特開2001-196079号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の燃料電池のセパレータ流路構造には、つぎの問題がある。

- ① ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることは困難である。
- ② セパレータのセル積層方向の寸法を小さくすることが困難であり、スタックのコンパクト化をはかることが困難である。

これらの問題が生じる理由をメタルセパレータの場合を例にとって説明すると、つぎの通りである。

ガス、冷媒の流れに関しては、セル面内で局所的なフラッディングが生じた時に、ひとつのガス流路が閉塞してもそのガス流路から隣りのガス流路を通してガ

スが流れることができるようにガス流路間の凸リブにガスクロス溝が形成され、凸リブがガス流路伸長方向に分割されることが望ましい。その場合、凸リブ背面の冷媒流路はガスクロス溝によって深さ方向に狭められるか分断され、冷媒流れに問題が出る。したがって、フラッディング時のガスクロス溝によるガス流れの確保と、凸リブ背面の冷媒流路における冷媒流れの確保の両方を良好とすることは困難である。

セパレータの厚さ方向寸法に関しては、凸リブに形成されるガスクロス溝の深さを浅くしてガスクロス溝底背面に冷媒流路を確保しようとする、セパレータの厚さがガスクロス溝とその背面の冷媒流路深さの和となり、それらの深さを必要量確保しようとする、必然的にセパレータの厚さ方向寸法が大きくなる。その結果、スタックをセル積層方向にコンパクト化することが困難となる。

本発明の目的は、ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることができる燃料電池のセパレータ流路構造を提供することにある。

本発明のもう一つの目的は、セパレータのセル積層方向の寸法を小に維持できる燃料電池のセパレータ流路構造を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

(1) MEAと、MEAの一侧に配置した、第1のガス流路（たとえば、燃料ガス流路）となる凹溝と背面が第1の冷媒流路となる凸リブを有する第1のセパレータと、MEAの他側に配置した、第2のガス流路（たとえば、酸化ガス流路）となる凹溝と背面が第2の冷媒流路となる凸リブを有する第2のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第1のセパレータの第1の冷媒流路と隣のセルの第2のセパレータの第2の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池のセパレータ流路構造であって、第1のセパレータの凸リブに第1のクロス溝が形成されており、第2のセパレータの凸リブに第2のガスクロス溝が形成されており、前記一体冷媒流路が該一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても前記第1の冷媒流路の流路断面積および前記第2の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有

している燃料電池のセパレータ流路構造。

(2) ME Aと、ME Aの一侧に配置した、第1のガス流路（たとえば、燃料ガス流路）となる凹溝と背面が第1の冷媒流路となる凸リブを有する第1のセパレータと、ME Aの他側に配置した、第2のガス流路（たとえば、酸化ガス流路）となる凹溝と背面が第2の冷媒流路となる凸リブを有する第2のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第1のセパレータの第1の冷媒流路と隣のセルの第2のセパレータの第2の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池のセパレータ流路構造であって、第1のセパレータの凸リブに第1のガスクロス溝が形成されており、第2のセパレータの凸リブに第2のガスクロス溝が形成されており、第1のセパレータの第1のガスクロス溝と第2のセパレータの第2のガスクロス溝とは前記一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれている燃料電池のセパレータ流路構造。

(3) 第1のセパレータの第1のガスクロス溝と第2のセパレータの第2のガスクロス溝とは、前記一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している(1)または(2)記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

(4) 第1のセパレータと第2のセパレータはメタルセパレータであり、第1のセパレータと第2のセパレータに形成される凹溝、凸リブ、クロス溝は何れもプレス成形により形成されている(1)または(2)記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

(5) ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されている(1)または(2)記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

(6) 凸リブのME Aと接する面積率が20～40%であり、凸リブ幅が0.5～1.5mmであり、ガスクロス溝ピッチが2～50mmであり、ガスクロス溝の凸リブ伸長方向長さが0.5～3mmであり、ガス凹溝幅が0.5～3mmであり、凸リブ高さが0.3～0.6mmである(1)または(2)記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【0006】

上記（１）の燃料電池のセパレータ流路構造では、第１のセパレータの凸リブに第１のガスクロス溝が形成されており、第２のセパレータの凸リブに第２のガスクロス溝が形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じて一つのガス流路が閉塞してもガスはガスクロス溝を通して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路全長にわたって発電不能になることはない。また、一体冷媒流路が、一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても、第１の冷媒流路の流路断面積および第２の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているため、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。

上記（２）の燃料電池のセパレータ流路構造では、第１のセパレータの凸リブに第１のガスクロス溝が形成されており、第２のセパレータの凸リブに第２のガスクロス溝が形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じて一つのガス流路が閉塞してもガスはガスクロス溝を通して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路全長にわたって発電不能になることはない。また、第１のセパレータの第１のガスクロス溝と第２のセパレータの第２のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。また、第１のセパレータの第１のガスクロス溝と第２のセパレータの第２のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、冷媒流れを良好に保つのに、第１、第２のセパレータの冷媒流路深さ、したがって第１、第２のセパレータの厚さを大にする必要がない。したがって、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタックをセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトにすることができる。

上記（３）の燃料電池のセパレータ流路構造では、第１のセパレータの第１のガスクロス溝と第２のセパレータの第２のガスクロス溝とが、一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第１のガスクロス溝と第２のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているため、冷媒流

路の流路断面積が、冷媒流路伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。

上記（４）の燃料電池のセパレータ流路構造では、第１のセパレータと第２のセパレータがメタルセパレータであっても、セパレータにガスクロス溝を形成しそれらを冷媒流路の伸長方向に交互に位置させることにより、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

上記（５）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にガスクロス溝が形成されないので、冷媒流路の流路断面積を維持したまま、セパレータをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

上記（６）の燃料電池のセパレータ流路構造は、形状寸法の一例を示している。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を図１～図１２を参照して、説明する。ただし、図１２は比較例（比較例は本発明に含まず）を示す。

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造が適用される燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池１０である。該燃料電池１０は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【 0 0 0 8 】

固体高分子電解質型燃料電池１０の単セル１９は、図１～図１１に示すように、膜－電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）とセパレータ１８とを重ねたものからなる。MEAは、図２に示すように、イオン交換膜からなる電解質膜１１とこの電解質膜１１の一面に配置された触媒層１２からなる電極１４（アノード、燃料極）および電解質膜１１の他面に配置された触媒層１５からなる電極１７（カソード、空気極）とからなる。電極１４とセパレータ１８との間には拡散層１３が設けられ、電極１７とセパレータ１８との間には拡散層１６が設けられる。セパレータ１８には、図３～図６に示すように、電極１４、１７に燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するため

の反応ガス通路27、28および燃料電池冷却用の冷媒（通常、冷却水）が流れる冷媒流路（冷却水流路ともいう）26が形成される。冷媒流路26はセル毎に、または複数のセル毎に、設けられる。セルを1層以上重ねてモジュールを構成し（図示例では、1セルで1モジュールを構成している）、モジュールを積層してモジュール群とする。図1に示すように、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材24（たとえば、テンションプレート、スルーボルトなど）とボルト25またはナットで固定して、燃料電池スタック23を構成する。

【0009】

触媒層12、15は白金（Pt）、カーボン（C）、電解質からなる。拡散層13、16はカーボン（C）からなる。

セパレータ18は、図3～図9に示すように、第1、第2のセパレータ18A、18Bと、燃料電池発電部対応部29（燃料電池の発電部に対応する部分）に中抜き穴をもつ第1、第2の樹脂フレーム18C、18Dとに、分割形成されている。

【0010】

第1のセパレータ18A、第1の樹脂フレーム18Cは、MEAの燃料極側に配置されている部材であり、第1のセパレータ18Aは燃料ガスと冷却水とを区画している。第2のセパレータ18B、第2の樹脂フレーム18Dは、MEAの空気極側に配置されている部材であり、第2のセパレータ18Bは、酸化ガスと冷却水とを区画している。

第1、第2のセパレータ18A、18Bは金属製で、以下、メタルセパレータ18A、18Bともいう。第1、第2の樹脂フレーム18C、18Dは（非導電性）樹脂製である。

【0011】

MEAはセパレータ18で挟まれる。セパレータ18でMEAを挟む際、樹脂フレーム18C、18Dをメタルセパレータ18A、18BのMEA側にそれぞれ配置して、メタルセパレータ18A、樹脂フレーム18C、MEA、樹脂フレ

ーム18D、メタルセパレータ18Bの順に積層する。

燃料電池発電部対応部29では、図4、図5に示すように、樹脂フレーム18C、18Dが中抜きされているので、メタルセパレータ18A、MEA、メタルセパレータ18Bの順で積層されている。樹脂フレーム18C、18Dの部分では、図8、図9に示すように、メタルセパレータ18A、樹脂フレーム18C、樹脂フレーム18D、メタルセパレータ18Bの順で積層されている。

【0012】

図3～図6に示すように、単セル19において、第1のセパレータ18A、第2のセパレータ18Bには、プレス成形で凹凸（凹溝、凸リブ）が形成される。第1のセパレータ18Aには、MEA側に第1のガス流路（燃料ガス流路）27が形成され、MEA側と反対側に冷媒流路26が形成される。第2のセパレータ18Bには、MEA側に第2のガス流路（酸化ガス流路）28が形成され、MEA側と反対側に冷媒流路26が形成される。燃料ガス流路27、酸化ガス流路28は、たとえば、複数の流路を並列にした流路群からなる。図3は、流路がストレート流路の場合を示しているが、サーペンタイン流路であってもよい。

【0013】

また、図3に示すように、セパレータ18の燃料電池発電部対応部29の燃料ガス流路27への燃料ガス入口と燃料ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部29を挟んで互いに反対側に位置している。同様に、セパレータ18の燃料電池発電部対応部29の酸化ガス流路28への酸化ガス入口と酸化ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部29を挟んで互いに反対側に位置している。

【0014】

メタルセパレータ18A、18Bと樹脂フレーム18C、18Dの、燃料電池発電部対応部29を挟んで対向する対向部30、31には、マニホールド部が形成されている。マニホールド部には、冷媒マニホールド32、燃料ガスマニホールド33、酸化ガスマニホールド34が形成されている。

燃料電池発電部対応部29を挟んで互に対向する対向部30、31の一方30には、入り側の冷媒マニホールド32a、出側の燃料ガスマニホールド33b、出

側の酸化ガスマニホルド 3 4 b が設けられ、他方 3 1 には、出側の冷媒マニホルド 3 2 b、入り側の燃料ガスマニホルド 3 3 a、入り側の酸化ガスマニホルド 3 4 a が設けられる。

【 0 0 1 5 】

図 7（図 7 は樹脂マニホルド 1 8 D の場合を示すが、樹脂マニホルド 1 8 C の場合も樹脂マニホルド 1 8 D に準じる）に示すように、樹脂マニホルド 1 8 C、1 8 D には、マニホルド部とガス流路部とを連通するガス流路連通部が形成されている。ガス流路連通部には、ガスの流れの方向をいったん対向部 3 0、3 1 を結ぶ方向と直交する方向に向けるとともに、ガス流路部との間のガスの流入・流出を対向部 3 0、3 1 を結ぶ方向と直交する方向に均一化させるガス整流部 3 5、3 6 が形成されている。ガス整流部 3 5 が入り側のガスマニホルドから流入するガスをガス流路部の全幅に均一に拡げてガス流路部へ流出させ、ガス流路部 3 6 がガス流路部から流入するガスをガスマニホルド長に縮小してガスマニホルドへ流出させる。

【 0 0 1 6 】

図 8、図 9 に示すように、セル間は、隣り合うメタルセパレータ間にゴムガスケット 3 9 を配して、冷媒マニホルド 3 2、燃料ガスマニホルド 3 3、酸化ガスマニホルド 3 4 を、互いからシールする。ゴムガスケット 3 9 は O リング等を用いてもよい。

図 7、図 8、図 9 に示すように、樹脂フレーム 1 8 C、1 8 D には、セル積層方向に、隣り合う部材（メタルセパレータまたは樹脂フレーム）との間をシールして、冷媒マニホルド 3 2、燃料ガスマニホルド 3 3、酸化ガスマニホルド 3 4 を、互いからシールするために、接着剤が塗布された接着剤シール部 3 8（図 7 で斜線を施した部分）が形成されている。

【 0 0 1 7 】

本発明のセパレータ流路構造は、つぎのように構成されている。

図 3 ～図 6 に示すように、単セル 1 9 の燃料電池発電部対応部 2 9 において、MEA の一侧に配置した第 1 のセパレータ 1 8 A は、燃料ガス流路 2 7 となる凹溝 1 8 A g と背面が第 1 の冷媒流路 2 6 a となる凸リブ 1 8 A p を有しており、

MEAの他側に配置した第2のセパレータ18Bは、酸化ガス流路28となる凹溝18Bgと背面が第2の冷媒流路26bとなる凸リブ18Bpを有している。凹溝18Agと凹溝18BgとはMEAに向かって開口しており、凸リブ18Apと凸リブ18Bpは凸の頂面が拡散層に接触している。

【0018】

一つのセル19の第1のセパレータ18Aの第1の冷媒流路26aと隣りのセル19の第2のセパレータ18Bの第2の冷媒流路26bはセル積層方向に互いに位置が一致されて一体冷媒流路26を形成している。すなわちメタルセパレータ18Aの燃料電池発電部対応部のMEA側と反対側の面の冷媒流路26と、隣りのセルのメタルセパレータ18Bの燃料電池発電部対応部のMEA側と反対側の面の冷媒流路26とは、セル積層方向に隔てられることなく、連通している。

一つのセル19において、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28とは、MEAを挟んで互に対応している。

【0019】

第1のセパレータ18Aの凸リブ18Apに第1のガスクロス溝（燃料ガスクロス溝）18Acが形成されており、第2のセパレータ18Bの凸リブ18Bpに第2のガスクロス溝（酸化ガスクロス溝）18Bcが形成されている。燃料ガスクロス溝18Acは凸リブ18Apの両側の燃料ガス流路27となる凹溝18Agを連通している。酸化ガスクロス溝18Bcは凸リブ18Bpの両側の凹溝18Bgを連通している。

一体冷媒流路26は、一体冷媒流路26の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路26aの流路断面積および第2の冷媒流路26bの流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有している。すなわち、冷媒流路26の流路断面積は、冷媒流路26aの流路断面積以上であり、冷媒流路26bの流路断面積以上である。

【0020】

図4に示すように、第1のセパレータ18Aの凸リブ18Apに形成された燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの凸リブ18Bpに形成された酸化ガスクロス溝18Bcとは、一体冷媒流路26の伸長方向に互いに位置が

ずれている（互いにオフセットしている）。

さらに詳しくは、図4に示すように、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとは、一体冷媒流路26の伸長方向に交互に位置しており、燃料ガスクロス溝18Acと酸化ガスクロス溝18Bcの一方のクロス溝は、その両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している。

【0021】

第1のセパレータ18Aと第2のセパレータ18Bはメタルセパレータであり、第1のセパレータ18Aと第2のセパレータ18Bに形成される凹溝、凸リブ、ガスクロス溝は何れもメタルセパレータをプレス成形することにより形成されている。

ガスクロス溝18Ac、18Bcは、それぞれ、凸リブ18Ap、18Bpの全高にわたって形成されている。

【0022】

凹溝、凸リブ、ガスクロス溝の具体的な形状、寸法の関係は、つぎのように定められることが望ましい。

各凸リブ18Ap、18BpのMEAと接する面積率は、リブと電極との接触抵抗を下げ、ガスと電極が接する反応面積を確保し、性能を確保するために、20～40%とされる。その理由は、20%より小であると接触電気抵抗ロスが大きくなり過ぎ、40%より大であると拡散層のうちリブで押されている部分へのガスの拡散が悪くなって発電性能が低下するからである。

【0023】

各凸リブ18Ap、18Bpの幅 W_p はリブと電極が接する領域へのガス拡散を確保するために、0.5～1.5mmとされる。その理由は、0.5mmより小であるとMEAを挟んで対向する凸リブ18Ap、18Bpがずれた時にMEAを挟めなくなるおそれがあるからであり、1.5mmより大であると拡散層のうちリブで押されている部分へのガスの拡散が悪くなるからである。

各ガスクロス溝18Ac、18Bcのピッチ P は2～50mmとされる。その理由は、2mmよりピッチが小であると凸リブ18Ap、18Bpの拡散層との

接触面積が少なくなると接触抵抗ロスが増えるからであり、50mmより大きいと生成水が生じた時にガス流れが悪い所が増えるからである。

各ガスクロス溝18Ac、18Bcの凸リブ伸長方向長さLは0.5～3mmとされる。その理由は、0.5mmより小さいとガスクロス溝18Ac、18Bcが水で閉塞されたりして迂回路を構成しにくくなるからであり、3mmより大きいと、凸リブ18Ap、18Bpで押さえないと長くなり過ぎてその部位で拡散層がMEAから浮き上がる方向に撓むおそれがあるからである。

【0024】

各ガス凹溝18Ag、18Bgの幅Wgは、ガス拡散反応面積確保と拡散層のバックアップ、電子伝導、熱伝導を考慮して0.5～3mmとされる。その理由は、0.5mmより小であると、ガス拡散反応面積確保が困難になるからであり、3mmより大きいと拡散層のバックアップが難しくなるからである。

各凸リブ18Ap、18Bpの高さHはガスの流速、圧損、排水性、プレス成形性を考慮して0.3～0.6mmとされる。その理由は0.3mmより小であると圧損が大になり過ぎ、0.6mmより大であるとプレスの成形性が悪くなり、スタックが長くなり過ぎるからである。

【0025】

つぎに、本発明の燃料電池のセパレータ流路構造の作用を説明する。

第1のセパレータ18Aの凸リブ18Apに燃料ガスクロス溝18Acが形成されており、第2のセパレータ18Bの凸リブ18Bpに酸化ガスクロス溝18Bcが形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じて一つのガス流路27、28が閉塞してもガスはガスクロス溝18Ac、18Bcを通して隣りのガス流路27、28に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路27、28が全長にわたって発電不能になることはない。フラッディングが生じてガス流路27、28の閉塞が局部的に制限され、ガス流路27、28におけるガス流れは、局部的なフラッディング部を除き、良好に維持される。

【0026】

また、一体冷媒流路26が、一体冷媒流路26の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路26aの流路断面積および第2の冷媒流路26bの流路断

面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているので、ガスクロス溝 18 A c、18 B c によって一体冷媒流路 26 が分断されることがなく、一体冷媒流路 26 における冷媒流れも良好に維持される。

具体的には、第 1 のセパレータ 18 A の燃料ガスクロス溝 18 A c と第 2 のセパレータ 18 B の酸化ガスクロス溝 18 B c とは一体冷媒流路 26 の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝 18 A c、18 B c によって冷媒流路 26 が分断されることがなく、冷媒流路 26 における冷媒流れも良好に維持される。

その結果、燃料ガス、酸化ガスの流れも冷媒の流れも、ともに、良好に保たれる。

【0027】

具体的には、第 1 のセパレータ 18 A の燃料ガスクロス溝 18 A c と第 2 のセパレータ 18 B の酸化ガスクロス溝 18 B c とは一体冷媒流路 26 の伸長方向に互いに位置がずれているので、第 1、第 2 のセパレータ 18 A、18 B の何れか一方のセパレータの冷媒流路 26 a、26 b がガスクロス溝 18 A c、18 B c によって分断されても、他方のセパレータの冷媒流路を通して良好に冷媒が流れることができる。そのため、冷媒流れを良好に保つのに、第 1、第 2 のセパレータの冷媒流路深さ、したがって第 1、第 2 のセパレータの厚さを大にする必要がない。したがって、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタック 23 をセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトに維持できる。

図 12 の比較例（比較例は本発明に含まず）に示すように、ガスクロス溝 18 A c、18 B c の位置が冷媒流路 26 の伸長方向に一致している場合には、冷媒が流れるようにするには、ガスクロス溝 18 A c、18 B c の深さを浅くして溝底背面に冷媒流路を残す必要がある。しかし、その場合は冷媒の流れがガスクロス溝 18 A c、18 B c の間で悪くなったり、また流路断面積の大小ができて冷媒中に気泡が生じやすくなったりするという問題が生じる。本発明ではガスクロス溝 18 A c、18 B c の位置が冷媒流路 26 の伸長方向に互いにずれているので、図 12 の比較例のような問題は生じない。

【0028】

また、図4に示すように、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとが、一体冷媒流路26の伸長方向に交互に位置しており、燃料ガスクロス溝18Acと酸化ガスクロス溝18Bcの一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているので、冷媒流路26の流路断面積が、冷媒流路26伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。

第1のセパレータ18Aと第2のセパレータ18Bがメタルセパレータであっても、セパレータ18にガスクロス溝18Ac、18Bcを形成しそれらを冷媒流路26の伸長方向に交互に位置させることにより、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

【0029】

ガスクロス溝18Acが凸リブ18Apの全高にわたって形成されており、ガスクロス溝18Bcが凸リブ18Bpの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にはガスクロス溝が形成されないことにより、冷媒流路26の流路断面積を維持したまま、セパレータ18をセル積層方向にコンパクトにすることができる。もしも、重ねられる2つのセパレータのガスクロス溝の冷媒流路方向の位置が一致すると、ガスクロス溝底背面間に冷媒流路を形成しようとする凸リブ高さを高くしてガスクロス溝底背面間に冷媒流路が残るようにしなければならないが、凸リブ高さを高くすると、セパレータ18をセル積層方向にコンパクトにすることができず、スタック長が大になってしまう。

【0030】

凸リブ18Ap、18BpのMEAと接する面積率を20～40%であり、凸リブ18Ap、18Bpの幅を0.5～1.5mmとし、ガスクロス溝18Ac、18Bcのピッチを2～50mmとし、ガスクロス溝18Ac、18Bcの凸リブ伸長方向長さを0.5～3mmとし、ガス凹溝18Ag、18Bgの幅を0.5～3mmとし、凸リブ18Ap、18Bpの高さを0.3～0.6mmとすることにより、ガス、冷媒の流れが良好で、かつ、セル厚、スタック長が小の燃料電池が得られる。

【0031】

つぎに、形状寸法を種々に変えて、燃料電池の性能を評価して見た。

図10は、(イ) ガスクロス溝18Ac、18Bcを冷媒流路26伸長方向にオフセットさせ(図4)、ガスクロス溝18Ac、18Bcを0.5mmにし、凸リブの高さを0.5mmにした場合(本発明)の電圧-電流密度特性と、(ロ) ガスクロス溝18Ac、18Bcを冷媒流路26伸長方向に同位置とし(図12)、ガスクロス溝18Ac、18Bcを0.25mmにし、凸リブの高さを0.5mmにした場合(比較例)の電圧-電流密度特性とを、示している。図10からわかるように、本発明では、生成水が多く生じる高電流密度域でも、ガス流れが良好で電圧低下が少ないが、比較例では、高電流密度域でフラッディングによりガス流れが阻害され、電圧低下が大になる。

【0032】

また、図11は、ガスクロス溝18Ac、18Bcのピッチを10mm分割、50mm分割、100mm分割、分割なし(ストレートのまま)と種々に変えた時の電池性能の変化を示している。図11からわかるように、凸リブの分割がある場合(本発明)は、フラッディングによってガス溝が詰まっても、そのガス溝の全長にわたってガス流れが止まることはないので、電圧低下が少ないのに対し、分割なしの場合(従来)は、フラッディングによってガス溝が詰まると、そのガス溝の全長にわたってガス流れが止まるため、電圧低下が大である。

【0033】

【発明の効果】

請求項1の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、第1のセパレータの凸リブに第1のガスクロス溝(燃料ガスクロス溝)が形成されており、第2のセパレータの凸リブに第2のガスクロス溝(酸化ガスクロス溝)が形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じてもガスはガスクロス溝を通して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保される。また、一体冷媒流路が、一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路の流路断面積および第2の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているので、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流

路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。

請求項 2 の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、第 1 のセパレータの凸リブに第 1 のガスクロス溝（燃料ガスクロス溝）が形成されており、第 2 のセパレータの凸リブに第 2 のガスクロス溝（酸化ガスクロス溝）が形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じてもガスはガスクロス溝を通して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保される。また、第 1 のガスクロス溝と第 2 のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。また、第 1 のガスクロス溝と第 2 のガスクロス溝とが互いに位置がずれているので、冷媒流れを良好に保つのに、第 1、第 2 のセパレータの厚さを大にする必要がなく、その結果、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタックをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

請求項 3 の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、第 1 のガスクロス溝と第 2 のガスクロス溝とが、一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第 1 のガスクロス溝と第 2 のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているので、冷媒流路の流路断面積が、冷媒流路伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。

請求項 4 の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、第 1 のセパレータと第 2 のセパレータがメタルセパレータであっても、セパレータにガスクロス溝を形成しそれらを冷媒流路の伸長方向に交互に位置させることにより、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

請求項 5 の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にはガスクロス溝が形成されないので、冷媒流路の流路断面積を維持したまま、セパレータをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

請求項 6 の燃料電池のセパレータ流路構造のように諸寸法を選定すれば、ガス、冷媒の流れが良好で、かつ、セル厚、スタック長が小の燃料電池を得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明が適用される燃料電池の、セル積層方向を上下方向とした姿勢での、全体概略図である。

【図 2】

図 1 の燃料電池の電解質膜－電極アッセンブリの一部拡大断面図である。

【図 3】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を具現したセパレータの平面図である。

【図 4】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を具現した単セルの一部の断面図であり、図 3 の A－A 断面図である。

【図 5】

図 4 の燃料電池のセパレータ流路構造を C 方向から見た断面図である。

【図 6】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造の一部の斜視図である。

【図 7】

本発明が適用される燃料電池の、セパレータの樹脂フレームの平面図である。

【図 8】

図 3 の D－D 断面図である。

【図 9】

図 3 の B－B 断面図である。

【図 10】

(イ) 本発明であるクロス溝オフセットの場合と (ロ) 比較例であるクロス溝同位置の場合の、電圧－電流密度特性図である。

【図 11】

本発明の凸リブ分割ピッチを 10 mm 分割、50 mm 分割、100 mm 分割と変えた場合と、分割なし（従来）の場合の、電圧－電流密度特性図である。

【図 12】

比較例（クロス溝同位置）のセパレータ流路構造の一部の断面図である。

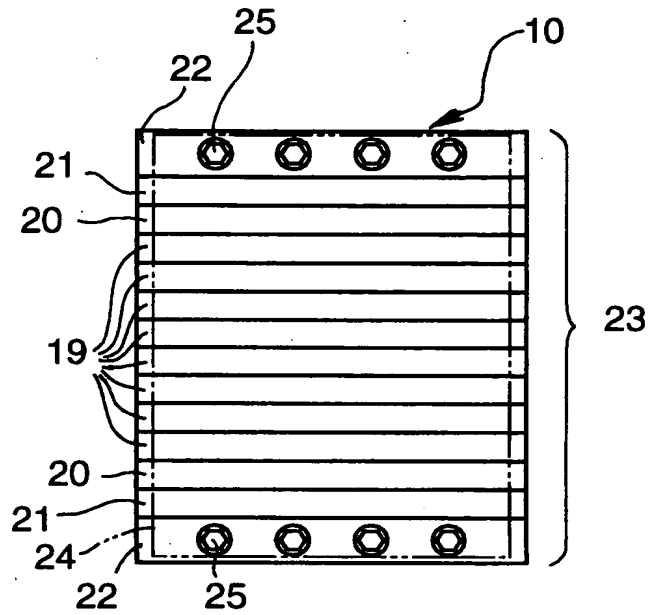
【符号の説明】

- 1 0 （固体高分子電解質型）燃料電池
- 1 1 電解質膜
- 1 2 触媒層
- 1 3 拡散層
- 1 4 電極（アノード、燃料極）
- 1 5 触媒層
- 1 6 拡散層
- 1 7 電極（カソード、空気極）
- 1 8 セパレータ
- 1 8 A 第1のメタルセパレータ
- 1 8 B 第2のメタルセパレータ
- 1 8 C 第1の樹脂フレーム
- 1 8 D 第2の樹脂フレーム
- 1 8 A p 第1のセパレータの凸リブ
- 1 8 B p 第2のセパレータの凸リブ
- 1 8 A g 第1のセパレータの凹溝
- 1 8 B g 第2のセパレータの凹溝
- 1 8 A c 第1のガスクロス溝（燃料ガスクロス溝）
- 1 8 B c 第2のガスクロス溝（酸化ガスクロス溝）
- W p 凸リブ1 8 A p、1 8 B pの幅
- P ガスクロス溝1 8 A c、1 8 B cのピッチ
- L 各ガスクロス溝1 8 A c、1 8 B cの凸リブ伸長方向長さ
- W g 各ガス凹溝1 8 A g、1 8 B gの幅
- H 各凸リブ1 8 A p、1 8 B pの高さ
- 1 9 セル
- 2 0 ターミナル
- 2 1 インシュレータ

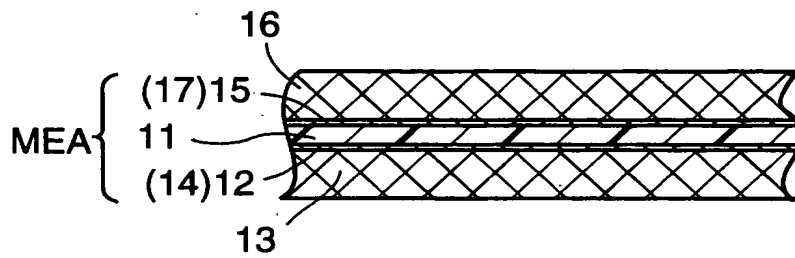
- 2 2 エンドプレート
- 2 3 スタック
- 2 4 締結部材 (テンションプレート)
- 2 5 ボルトまたはナット
- 2 6 冷媒流路 (冷却水流路)
 - 2 6 a 第 1 の冷媒流路
 - 2 6 b 第 2 の冷媒流路
- 2 7 第 1 のガス流路 (燃料ガス流路)
- 2 8 第 2 のガス流路 (酸化ガス流路)
- 2 9 燃料電池発電部対応部
- 3 0、3 1 対向部
- 3 2 冷媒マニホールド
 - 3 2 a 入り側の冷媒マニホールド
 - 3 2 b 出側の冷媒マニホールド
- 3 3 燃料ガスマニホールド
 - 3 3 a 入り側の燃料ガスマニホールド
 - 3 3 b 出側の燃料ガスマニホールド
- 3 4 酸化ガスマニホールド
 - 3 4 a 入り側の酸化ガスマニホールド
 - 3 4 b 出側の酸化ガスマニホールド
- 3 5 ガス整流部
- 3 6 ガス整流部
- 3 8 接着剤シール部
- 3 9 ゴムガスケット

【書類名】 図面

【図 1】

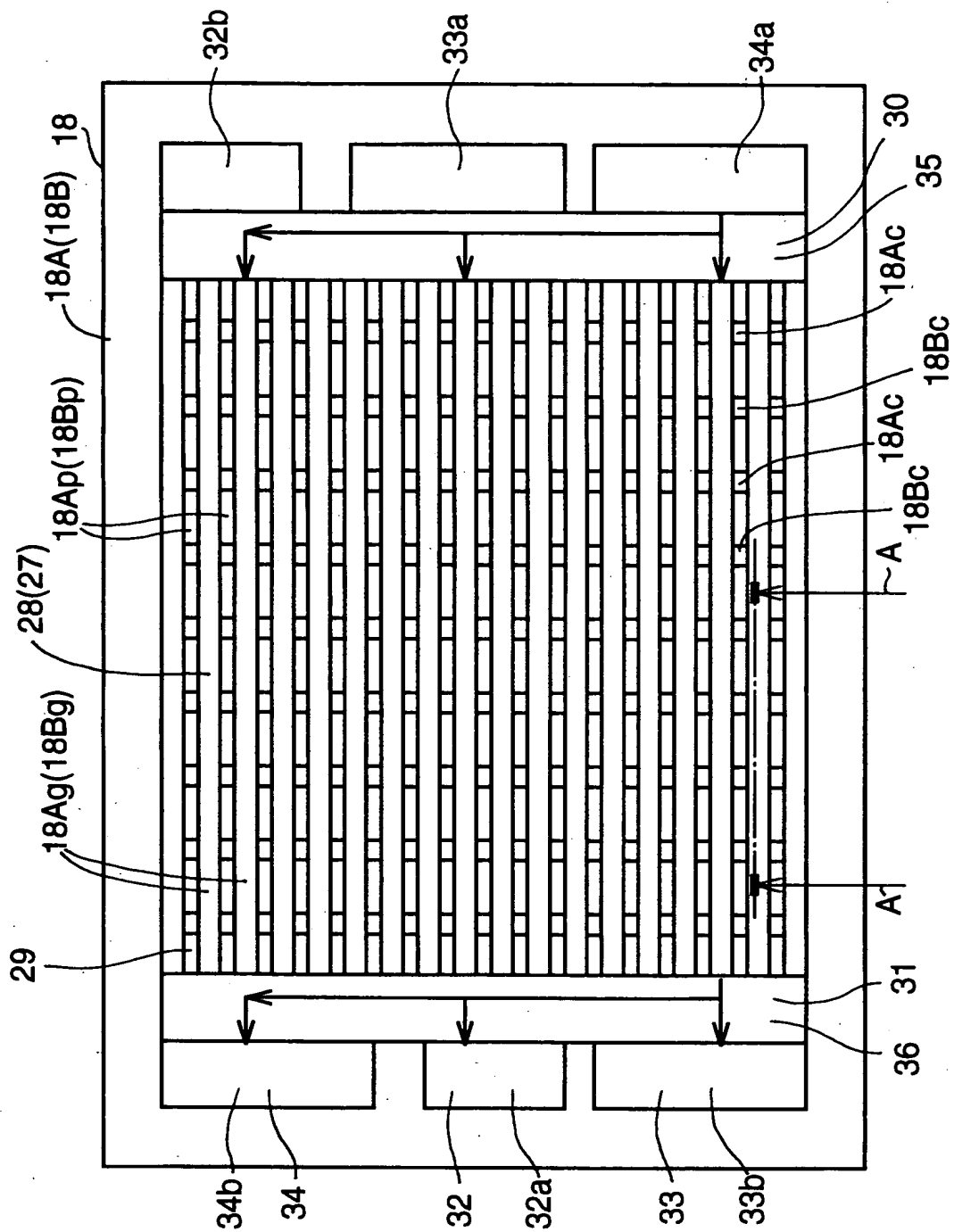


【図 2】



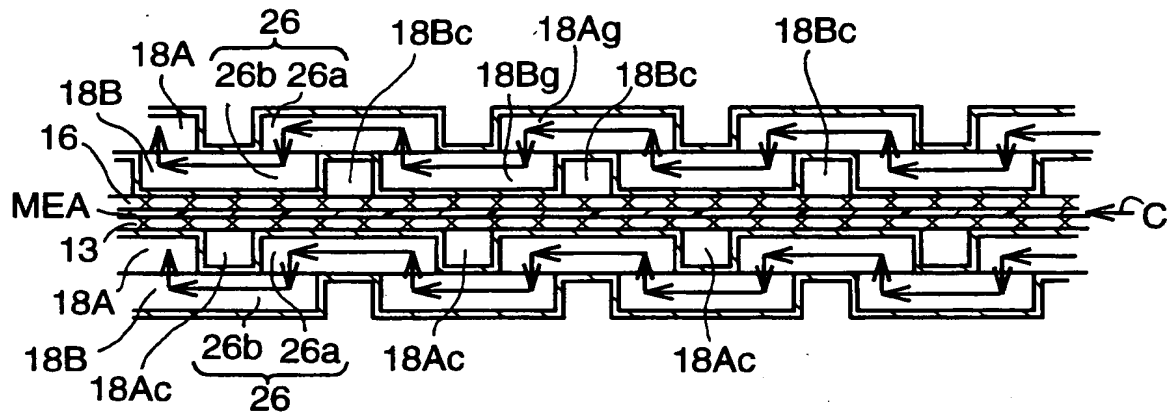
BEST AVAILABLE COPY

【図 3】

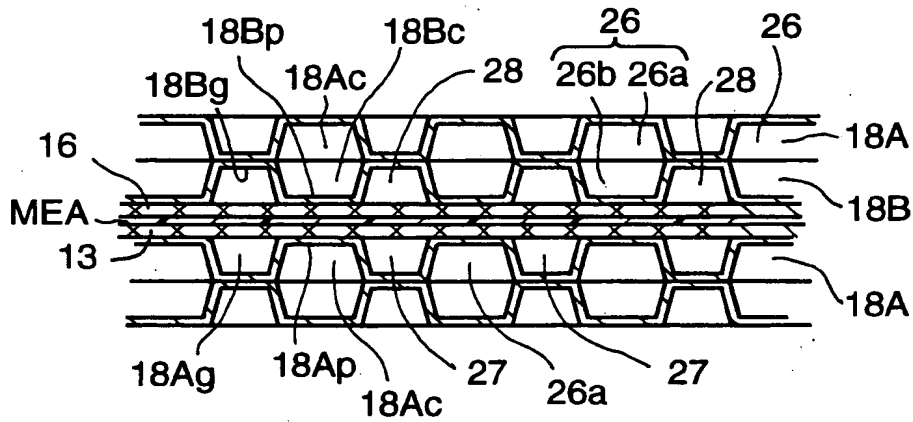


BEST AVAILABLE COPY

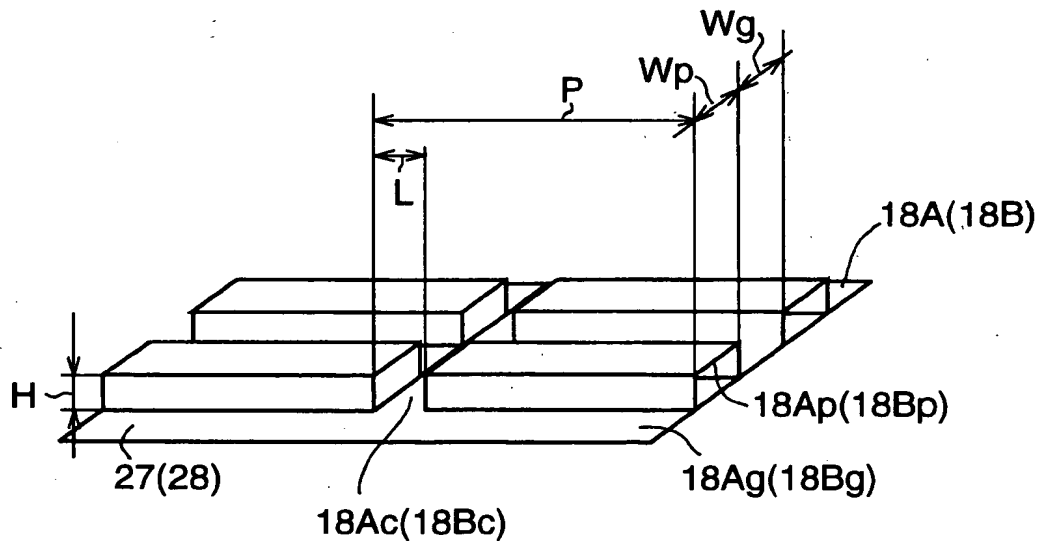
【図 4】



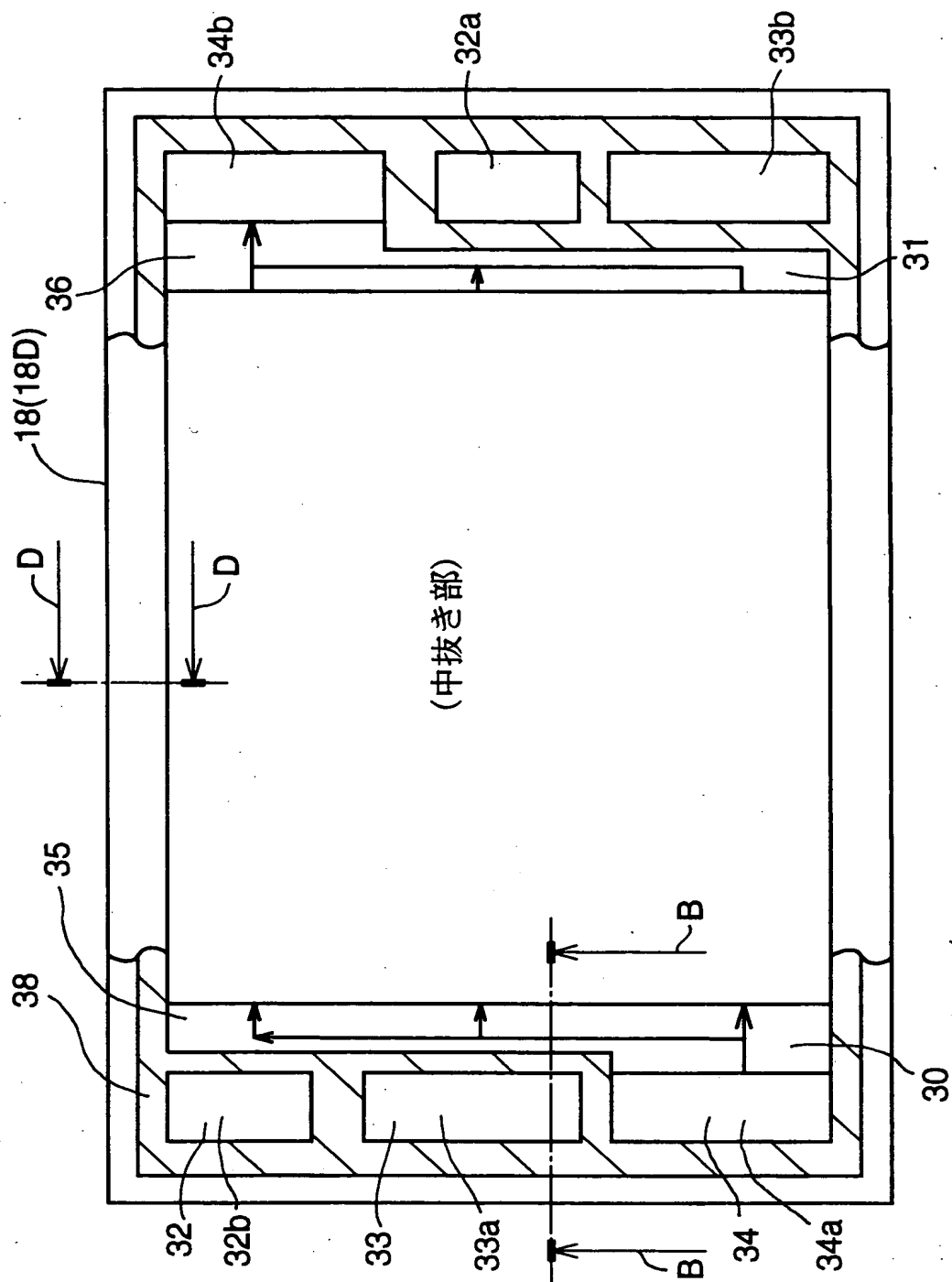
【図 5】



【図 6】

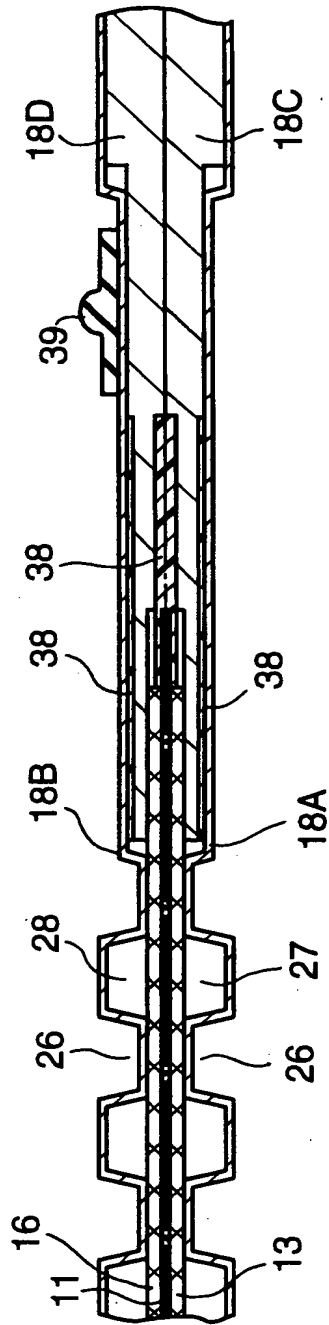


【図 7】



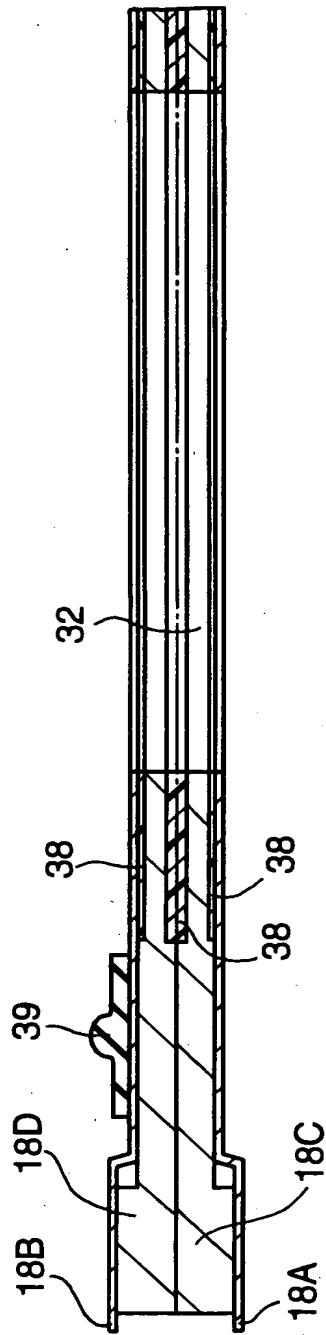
BEST AVAILABLE COPY

【図 8】



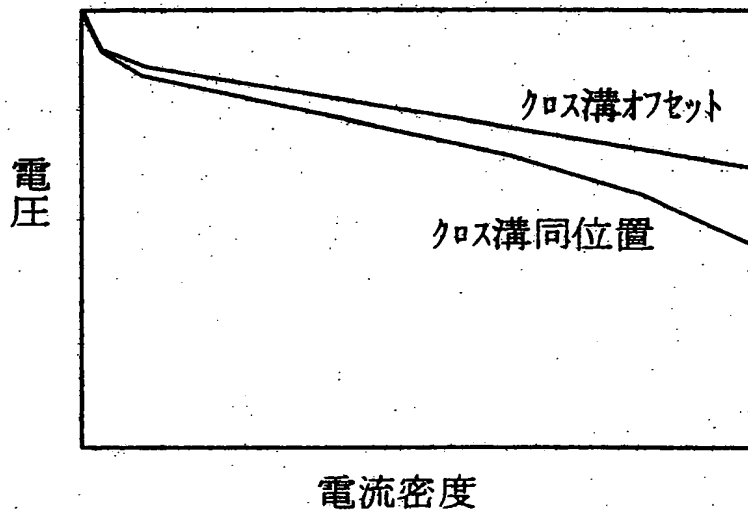
BEST AVAILABLE COPY

【図 9】

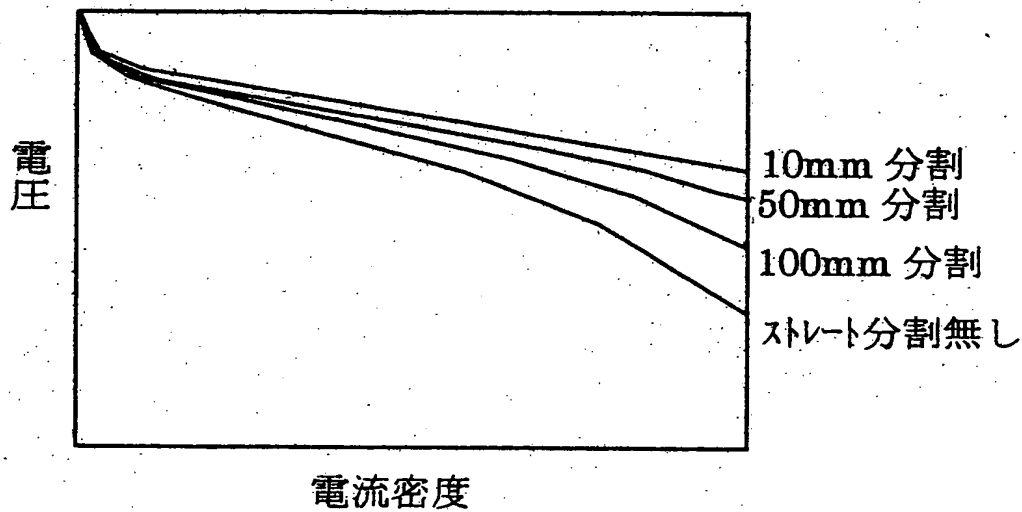


BEST AVAILABLE COPY

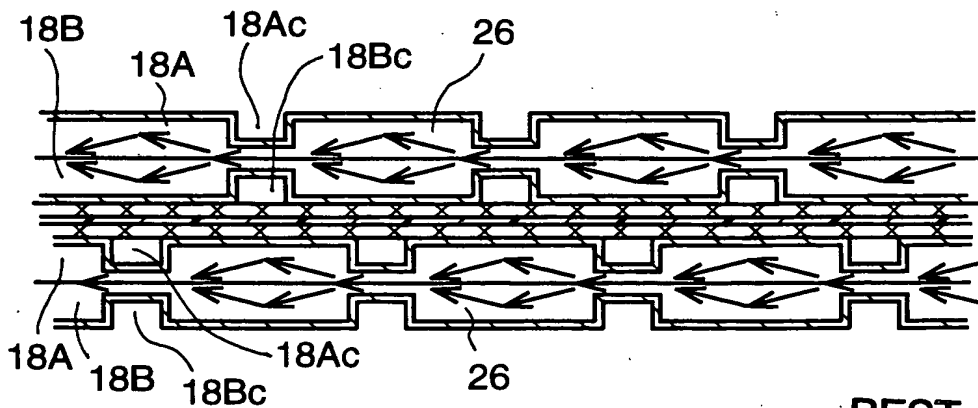
【図 10】



【図 11】



【図 12】



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることができる燃料電池のセパレータ流路構造の提供。

【解決手段】 (1) 第1のセパレータ18Aの凸リブ18A_pに燃料ガスクロス溝18A_cが形成されており、第2のセパレータ18Bの凸リブ18B_pに酸化ガスクロス溝18B_cが形成されており、冷媒流路26が冷媒流路26の伸長方向の何れの部位においても第1の冷媒流路26aの流路断面積および第2の冷媒流路26bの流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有している燃料電池のセパレータ流路構造。(2) 燃料ガスクロス溝18A_cと酸化ガスクロス溝18B_cとは冷媒流路26の伸長方向に互いに位置がずれている。(3) 燃料ガスクロス溝18A_cと酸化ガスクロス溝18B_cの一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している。

【選択図】 図3

BEST AVAILABLE COPY

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-032619
受付番号	50300211584
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 2月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 2月10日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社